

Laboratorios Virtuales en la Enseñanza a Distancia

Adalberto Iriarte-Solis

El crecimiento mundial de Internet y su aceptación general han traído nuevas oportunidades en la educación a distancia. Los docentes pueden prestar apoyo a los estudiantes a distancia utilizando el correo electrónico y herramientas como la videoconferencia. Este tipo de solución ofrece a los estudiantes una mayor flexibilidad tanto en lugar y tiempo, y permiten reducir las necesidades de infraestructura de los campus. Sin embargo, el material que se ofrece en línea puede no ser suficiente para permitir una completa experiencia de aprendizaje, debido a los distintos estilos de aprendizaje que tienen los estudiantes (Keefe,

1982). En respuesta a la necesidad de recursos que proporcionen una experiencia práctica a distancia, se han desarrollado los laboratorios virtuales para permitir a los estudiantes a distancia participar en las sesiones prácticas sobre equipos reales situados en distintos lugares geográficos (Gillet, Latchman, Salzmann, & Crisalle, 2001).

Para explorar la importancia de los laboratorios virtuales y su incorporación en la enseñanza a distancia, este artículo aborda las siguientes preguntas: (a) ¿qué son los laboratorios virtuales?, (b) ¿cuáles son sus ventajas y desventajas?, (c) ¿cómo se clasifican los laboratorios virtuales?, (d) ¿cómo incorporarlos en la enseñanza a distancia?, y (e) ¿cuál es el futuro de los laboratorios virtuales?

¿QUE SON LOS LABORATORIOS VIRTUALES?

Un laboratorio virtual es un sistema computacional que pretende aproximar el ambiente de un laboratorio tradicional. En él, los experimentos se realizan paso a paso, siguiendo un procedimiento similar al de un laboratorio tradicional, se visualizan instrumentos y fenómenos mediante objetos dinámicos, imágenes o animaciones (Sánchez, Dormido, & Morilla, 2000). Para que una aplicación sea considerada como un laboratorio virtual completo, debe cumplir con los requisitos siguientes: (a) ser auto-contenido, (b) interactivo, (c) contener imágenes bidimensionales y tridimensionales, (d) animaciones, (e) video,



Adalberto Iriarte-Solis,
Docente de la Universidad Autónoma de
Nayarit. Teléfono (311) 2118802.
E-mail: adalberto.iriarte@uan.edu.mx

(f) audio, (g) incluir ejercicios, y (h) tener navegación no estrictamente lineal (Monge & Méndez, 2007).

El laboratorio virtual le proporciona al estudiante conceptos, habilidades y destrezas en el uso de la computadora, y en el desarrollo cognitivo para que se logre un aprendizaje significativo. La posibilidad de repetir las actividades de aprendizaje las veces que sean necesarias así como la de acceder desde cualquier lugar en donde haya una computadora, sin necesidad de tener permisos para usar software, y haciendo uso del tiempo que considere pertinente, hacen de esta una herramienta idónea para la educación a distancia (Monge-Nájera, Méndez-Estrada, & Rivas, 2005).

Las prácticas de laboratorio permiten a los estudiantes manipular materiales, instrumentos e ideas, así como aplicar su propia iniciativa y originalidad. Pero en los sistemas de enseñanza a distancia es difícil la adecuada incorporación de los cursos prácticos a la actividad cotidiana de los estudiantes, al tener que presentarse en un sitio y horario definidos. De acuerdo con Monge y Méndez (2007), es aquí donde entran en juego los laboratorios virtuales mediante el uso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC).

El uso de los laboratorios virtuales permite generar nuevos espacios pedagógicos interactivos, donde se promueve la participación interactiva con los contenidos de cada laboratorio; facilitándose la construcción del conocimiento, así como el almacenamiento, transmisión, recuperación, aplicación y enriquecimiento de los contenidos. Todo ello ocurre en forma autosuficiente brindando la posibilidad de un aprendizaje individual, al propio ritmo y adaptado a las necesidades de la vida cotidiana, obviando costos de traslado, alimentación y hospedaje. No solamente pueden ejecutarse en el momento más conveniente, sin la presión de compañeros y docentes, o sufriendo límites de disponibilidad de microscopios, equipos

de medición y otros, sino que se practica la habilidad en el uso de simulaciones computarizadas. Ello se facilita por el hecho de que la manipulación del laboratorio virtual debe ser muy sencilla (Monge & Méndez, 2007).

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS LABORATORIOS VIRTUALES

Resulta de gran utilidad conocer las ventajas y desventajas de los laboratorios virtuales, ya que, una vez evaluándolas, se podría decidir su incorporación o no en la educación a distancia. Una de las ventajas que se ha encontrado respecto los laboratorios virtuales, es que acerca y facilita a un mayor número de estudiantes en la realización de experiencias, aunque el estudiante y el laboratorio no coincidan en el mismo espacio (Sánchez, Dormido, & Morilla, 2000). El estudiante accede a los equipos del laboratorio a través de un navegador, pudiendo experimentar sin riesgo alguno, y además, se flexibiliza el horario de prácticas y evita la saturación por el solapamiento con otras unidades de aprendizaje.

El uso de laboratorios virtuales permite a los estudiantes llevar a cabo experimentos desde una ubicación remota de una manera fácil y práctica. Generan un ambiente de simulación que permite la interacción del usuario de manera más intuitiva y realista (Jara et al., 2009). Los laboratorios virtuales son una herramienta de auto-aprendizaje, donde el estudiante altera las variables de entrada, configura nuevos experimentos, aprende el manejo de instrumentos, personaliza el experimento, etc. La simulación en el laboratorio virtual, permite obtener una visión más intuitiva de aquellos fenómenos que en su realización manual no aportan suficiente claridad gráfica (Franco & Álvarez, 2007).

De acuerdo con Martínez y Pontes (2000), otra ventaja que tienen los laboratorios virtuales es que permiten el uso de simulaciones y presentación de procesos,

modelos o conceptos relevantes, representación de conceptos abstractos, el control de la escala de tiempos, la simulación de mundos hipotéticos, etc., permitiendo ocultar el modelo matemático y mostrar el fenómeno utilizando animación gráfica y representaciones tridimensionales interactivas. Además, reducen el coste del montaje y mantenimiento de los laboratorios tradicionales, siendo una alternativa barata y eficiente, donde el estudiante simula los fenómenos a estudiar como si los observase en el laboratorio tradicional.

Una ventaja más de los laboratorios virtuales es que permite a los estudiantes aprender mediante prueba y error, sin miedo a sufrir o provocar un accidente, sin avergonzarse de realizar varias veces la misma práctica, ya que pueden repetirlas sin límite; sin temor a dañar alguna herramienta o equipo. Pueden asistir al laboratorio cuando ellos quieran, y elegir las áreas del laboratorio más significativas para realizar prácticas sobre su trabajo (Franco & Álvarez, 2007).

Pero también existen ciertas desventajas o limitaciones respecto al uso de los laboratorios virtuales. Martínez y Pontes (2000) señalan que un problema típico de los laboratorios virtuales lo constituye el hecho que no siempre se dispone de la simulación adecuada para el tema que el docente desea trabajar. Es importante que las actividades en el laboratorio virtual, vengán acompañadas de un guión que explique el concepto a estudiar, así como las ecuaciones del modelo utilizado. Es necesario que el estudiante realice una actividad ordenada y progresiva, conducente a alcanzar objetivos básicos concretos. De lo contrario se corre el riesgo de que el alumno se comporte como un mero espectador.

Keller y Keller (2005) indican que cualquier enfoque de aprendizaje basado en computadoras debe sacrificar los aspectos táctiles y cenestésicos de un laboratorio tradicional, y con ello algunas oportunidades de aprendizaje. Los estudiantes no

pueden sentir, oler o probar los materiales experimentados. Por ejemplo, la resistencia presentada por el esfuerzo de mover grandes masas promueve la comprensión de la masa y la inercia. También la sensación de probar el bicarbonato de sodio y el vinagre puede ayudar a desarrollar una mejor comprensión de que son los ácidos y las bases. Además, para Scheckler (2003), la calidad de la experiencia al usar los laboratorios virtuales no tiene el impacto inmediato de la manipulación de muestras o de organismos vivos cuando hablamos de clases de biología. Otro inconveniente es que se carece de la supervisión y el contacto inmediato con docentes experimentados.

También la presencia de laboratorios virtuales dentro de los entornos de colaboración se suele utilizar en un modo asincrónico. Esto puede hacer difícil la interacción entre los participantes que tienen que hacer algunos experimentos con el laboratorio virtual (Jara et al., 2009).

CLASIFICACIÓN DE LOS LABORATORIOS VIRTUALES

Los laboratorios virtuales pueden ser locales o remotos. La diferencia reside en el lugar donde se realizan las simulaciones, que pueden ser, en el caso de laboratorios virtuales remotos, un servidor lejano que ejecuta los cálculos, o de forma local, en el caso de los laboratorios virtuales locales, donde se ejecutan los recursos haciendo uso de la potencia de cálculo de los alumnos (Sánchez, Dormido, & Morilla, 2000). Keller y Keller (2005) describen que existen dos tipos: los laboratorios virtuales de reportes, donde el estudiante analiza los datos y genera conclusiones de solo un número restringido de procesos científicos; y los laboratorios virtuales reales, donde se incluyen experimentos reales y los estudiantes pueden recoger datos que no se encuentran predefinidos de ninguna forma.

Muchos sitios Web ofrecen laboratorios virtuales que pueden ser usados en una clase a distancia. Por ejemplo, la National Aeronautics and Space Administration (NASA) tiene un Simulador del Sistema Solar (disponible en <http://space.jpl.nasa.gov/>) que permitiría a un estudiante mirar a Júpiter tal como se ve desde la Tierra y comparar ese panorama con el de Júpiter visto desde Venus. La Universidad de Illinois con el respaldo de la NASA han creado una aplicación maravillosa: un microscopio virtual (disponible en <http://virtual.itg.uiuc.edu/downloads/>). El microscopio virtual tiene como objetivo presentar al usuario un método para la exploración de estos pre-capturados datos de la imagen como si se tratara de utilizar el instrumento real en tiempo real. Para cumplir este objetivo, el microscopio virtual proporciona la capacidad de carga y descarga de las muestras, para desplazarse a cualquier punto de este modelo, para cambiar la magnificación, para ajustar los parámetros de la imagen (contraste y el brillo), a cambio de enfoque, para analizar la composición elemental, a características de la medida, y para representar datos en tres dimensiones. Este laboratorio impresionante al estar codificada en un applet de Java, lo que le hace compatible con entornos Windows, Apple y Linux.

Por otra parte, la Universidad de Toledo ofrece un simulador de una turbina de gas que los estudiantes pueden manipular de manera remota. El simulador se basa en un entorno gráfico interactivo desarrollado en un *applet* de lenguaje Java. A los estudiantes se solicita observar y tomar nota de los resultados de las manipulaciones, o pueden ser evaluados de lo que han aprendido en el sitio (Reed & Afjeh, 1998).

Uno de los gigantes de la informática que ha logrado combinar y mezclar la diversión con el aprendizaje, es el corporativo Cisco, experto en el tema de redes de computadoras. Para seguir vigentes los creativos de Cisco han logrado crear atractivas aplicaciones de laboratorios virtuales que

estimulan la capacitación de los estudiantes en una forma novedosa y divertida. Han desarrollado dos juegos muy llamativos. Uno de ellos es Cisco Wireless Explorer, y consiste en hacer la instalación de una inmensa red inalámbrica dentro de una nave interplanetaria. La otra aplicación es Binary Game, un rompecabezas en tiempo real cuya solución está en combinar correctamente valores escalares entre notación binaria y números decimales. Es un claro ejemplo de que jugar y aprender simultáneamente es posible sin hacer de ello un asunto tedioso o monótono. No hace falta saber de redes de cómputo para disfrutarlos, el juego binario es realmente intuitivo. La misión extraterrestre cuenta con un tutorial incrustado al primer nivel (disponibles en <https://learningnetwork.cisco.com/community/connections/games?view=overview>).

INCORPORACIÓN DE LOS LABORATORIOS VIRTUALES EN LA EDUCACIÓN A DISTANCIA

Los laboratorios virtuales constituyen una excelente alternativa para proporcionarles a los estudiantes a distancia, la práctica similar que se realiza en los cursos presenciales. Esto facilita que la educación a distancia sea exitosa, ya que para Simonson, Smaldino, Albright, y Zvacek (2009), debe ser construida con base en el concepto de la teoría de equivalencias. Bajo este concepto, ellos plantean que a mayor equivalencia entre las experiencias de aprendizaje de los estudiantes a distancia y los presenciales, mayor será la equivalencia entre los resultados de los aprendizajes para todos los estudiantes.

Por otra parte, se ha demostrado que estos recursos de aprendizaje son un método eficaz para proporcionar una práctica de la vida real en la experiencia a los estudiantes. Además, son un ejemplo de la versatilidad y oportunidades que brindan los recursos didácticos tecnológicos, siempre y cuando se definan correctamente sus obje-

tivos y sean dominados por los docentes (Jara et al., 2009).

Mediante el uso de una técnica con los laboratorios virtuales, se incorpora al estudiante en una posible situación real, para involucrarlo en un mundo no real pero vivencial, donde a través de la observación, exploración, manipulación y prueba se propicia un conocimiento más auténtico y significativo para quien fue sujeto de la experiencia de la simulación, bajo un aprendizaje contextualizado (Driscoll, 2005). Se recomienda que la experiencia de uso de un laboratorio virtual se abra en una sesión de clase sincrónica, para que todos los participantes opinen, comenten, sugieran, o bien simplemente compartan sus experiencias de uso y sobre todo los resultados alcanzados, sesión, en la que el docente además de moderar la plática de retroalimentación, tomará nota de aquellas inquietudes, demandas o necesidades que los estudiantes planteen para que en su próxima planeación de uso del laboratorio virtual, pondere y mejore las factibles situaciones de crisis que se pueden presentar.

Planeados estratégicamente, los laboratorios virtuales brindan a los docentes invaluable herramientas de trabajo que facilitan su labor, no cuantitativamente, en tiempo y costo; por el contrario, optimizan y capitalizan el quehacer del docente cualitativamente al comprometer, responsabilizar y construir, con estos recursos didácticos los estudiantes, sus propios conocimientos o concepciones de entonces sí, la realidad y sus constructos. Se ha dicho que la estrategia en el uso del software y su táctica, es decir exploración, manipulación, ejecución, control y resolución, es para los alumnos, pero sus modos de operación, dependen sustantivamente del docente que previas pruebas de inducción, conocimiento y dominio de este, explicará y gestará su aplicación para los temas concretos que se abordará con sus estudiantes.

Lo que permite recordar lo que ha sostenido Clark (2001) sobre que los medios son sólo meros vehículos que llevan la instrucción y que no influyen en el rendimiento académico del estudiante, lo importante es el mensaje que llevan. De esta forma, se afirma que la incorporación de los laboratorios virtuales en la enseñanza a distancia se debe realizar bajo una estrategia instruccional planeada de antemano y de manera adecuada al contexto del curso.

EL FUTURO DE LOS LABORATORIOS VIRTUALES

Cada día se tiene a disposición una mayor cantidad de herramientas de autoría para la creación de productos multimedia, lo que ha aumentando las posibilidades técnicas para el desarrollo de los laboratorios virtuales en el futuro. Además, con el crecimiento de internet, al contar con un número más grande de usuarios conectados y mayor ancho de banda cada año que pasa, se espera que los laboratorios virtuales del futuro tengan la capacidad de simular la realidad de manera más fehaciente al incorporar las tecnologías de realidad virtual inmersiva que permiten tener una experiencia tridimensional de las cosas.

Pero la incorporación de los laboratorios virtuales en la educación a distancia se espera que sea de manera gradual y paulatina, de tal forma como lo define Rogers (2003) en la teoría de la Difusión de la Innovación, donde la adopción de una nueva tecnología la lleva a cabo un pequeño grupo de individuos de manera lenta. A medida que el número de individuos experimenta la innovación, se incrementa la difusión de la nueva idea y se mueve de manera más rápida. En este momento nos encontramos en ese punto donde, poco a poco ha crecido el número de docentes que conocen acerca de los laboratorios virtuales, pero aun pocos los han incorporado en la enseñanza a distancia.

Ejemplos como el estudio sobre la efectividad de un laboratorio virtual como un recurso en la preparación de estudiantes de química a distancia, desarrollado por Dalgarno, Bishop, Adlong, y Bedgood Jr. (2009), y el presentado por Jara, Candelas, Torres, Dormido, Esquembre y Reinoso (2009) sobre la colaboración en tiempo real de laboratorios virtuales en internet, permiten demostrar que los docentes están trabajando en extender el uso de los laboratorios virtuales en la educación a distancia.

REFERENCIAS

- Clark, R. E. (2001). *Learning from media: Arguments, analysis, and evidence*. Greenwich, CT: Information Age.
- Dalgarno, B., Bishop, A., Adlong, W., & Bedgood, D., Jr. (2009). Effectiveness of a virtual laboratory as a preparatory resource for distance education chemistry students. *Computers & Education*, 53(3), 853-865.
- Driscoll, M. P. (2005). *Psychology of learning for instruction* (3rd ed.). Boston, MA: Pearson.
- Franco, I., & Álvarez, F. (2007). Los simuladores, estrategia formativa en ambientes virtuales de aprendizaje. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 21(2), 1-10.
- Gillet, D., Latchman, H. A., Salzman, C., & Crisalle, O. D. (2001). Hands-on laboratory experiments in flexible and distance learning. *Journal of Engineering Education*, 90(2), 187-191.
- Jara, C., Candelas, F., Torres, F., Dormido, S., Esquembre, F., & Reinoso, O. (2009). Real-time collaboration of virtual laboratories through the Internet. *Computers & Education*, 52(1), 126-140.
- Keefe, J. W. (Ed.). (1982). Assessing student learning styles: An overview. In *Student learning styles and brain behavior* (pp. 43-53). Reston, VA: National Association of Secondary School Principals.
- Keller, E., & Keller, H. (2005). Making real virtual labs. *The Science Education Review*, 4(1), 1-10.
- Martínez, M. P., & Pontes, A. (2000). *Desarrollo y aplicaciones educativas de un laboratorio virtual para la simulación de campos magnéticos*. Investigación presentada en el primer Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación. Barcelona, España.
- Monge, J., & Méndez, V. (2007). Ventajas y desventajas de usar laboratorios virtuales en educación a distancia: la opinión del estudiantado en un proyecto de seis años de duración. *Revista Educación*, 31(1), 91-108.
- Monge-Nájera, J., Méndez-Estrada, V., & Rivas, M. (2005). *El potencial de los laboratorios virtuales en la educación a distancia: lecciones aprendidas tras 10 años de implementación*. Virtual Educa México 2005. Recuperado de <http://e-spacio.uned.es/fez/view.php?pid=bibliuned:19455>
- Reed, J., & Afjeh, A. (1998). Developing interactive educational engineering software for the world wide web with Java. *Computers & Education*, 30(3-4), 183-194.
- Rogers, E. (2003). *Diffusion of innovations* (5th ed.). New York, NY: Free Press.
- Sánchez, J., Dormido, S., & Morilla, F. (2000). *Laboratorios virtuales y remotos para la práctica a distancia de la automática*. Departamento de Informática y Automática, UNED. Recuperado de <http://e-spacio.uned.es/fez/eserv.php?pid=bibliuned:1470&dsID=n02sanchezVE00.pdf>
- Scheckler, R. (2003). Virtual labs: A substitute for traditional labs? *International Journal of Developmental Biology*, 47, 231-236.
- Simonson, M., Smaldino, S., Albright, M., & Zvacek, S. (2009). *Teaching and learning at a distance: Foundations of distance education* (4th ed.). Boston, MA: Pearson.